

**Device for producing and/or providing fuel for fuel cell, is made as single part using microstructure technology with all individual components integrated into single integrated part**

Publication number: DE10217335 (A1)

Publication date: 2002-10-24

**Inventor(s):** HAUSINGER GUENTER [DE]; PRECHTL PETER [DE];  
THEISEN SVEN [DE]; HOEHN MARKUS [DE]; BARTSCH  
ARMIN [DE] +

**Applicant(s):** VODAFONE PILOTENTWICKLUNG GMBH [DE] +

### Classification:

**- international:** *B01B1/00; B01J19/00; C01B3/48; C01B3/58; F28D9/00; H01M8/06; B01F13/00; B01B1/00; B01J19/00; C01B3/00; F28D9/00; H01M8/06; B01F13/00; (IPC1-7): H01M8/06*

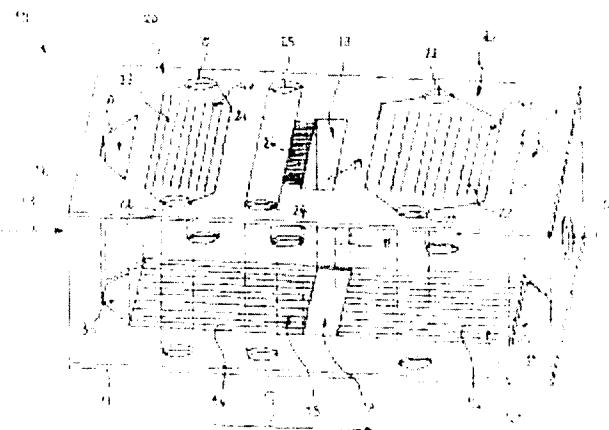
**- European:** B01B1/00B; B01J19/00R; C01B3/48; C01B3/58B;  
F28D9/00P; H01M8/06B2; Y02E60/50

**Application number:** DE20021017335 20020418

**Priority number(s):** DE20021017335 20020418; DE20011019609 20010421

## Abstract of DE 10217335 (A1)

The device has a number of individual components and is in the form of a sequence of individual layers (11,12), at least a first layer for passing through a process medium with a channel structure (16,17) in at least one area with at least one channel and at least one second layer with at least one component for treating the process medium. The device is made as a single part using microstructure technology with all individual components integrated into the single integrated part.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide



# Offenlegungsschrift

## DE 102 17 335 A 1

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 01 M 8/06

(21) Aktenzeichen: 102 17 335.4  
 (22) Anmeldetag: 18. 4. 2002  
 (43) Offenlegungstag: 24. 10. 2002

DE 102 17 335 A 1

(66) Innere Priorität:

101 19 609. 1 21. 04. 2001

(71) Anmelder:

Vodafone Pilotentwicklung GmbH, 81549 München,  
DE

(74) Vertreter:

Müller, T., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 81927 München

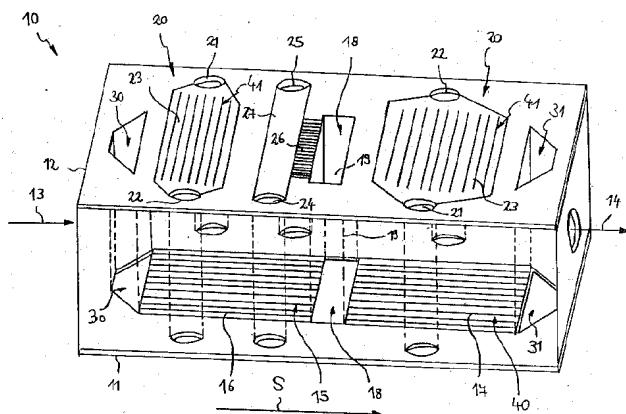
(72) Erfinder:

Hausinger, Günter, Dr., 82131 Gauting, DE; Prechtl,  
Peter, Dr., 81241 München, DE; Theisen, Sven,  
81675 München, DE; Höhn, Markus, 82041  
Oberhaching, DE; Bartsch, Armin, Dr., 81927  
München, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Vorrichtung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle

(57) Beschrieben wird eine Vorrichtung (10) zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle, die aus einer Anzahl von Einzelkomponenten besteht. Um die Vorrichtung besonders platzsparend und konstruktiv einfach ausbilden zu können, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Vorrichtung (10) als Schichtenfolge von Einzelschichten (11, 12) ausgebildet ist, mit wenigstens einer ersten Schicht (11) zum Hindurchleiten eines Prozeßmediums, die wenigstens bereichsweise eine Kanalstruktur mit wenigstens einem Kanal (16, 17) aufweist, und mit wenigstens einer zweiten Schicht (12), die wenigstens eine Komponente zum Behandeln des durch die wenigstens eine erste Schicht (11) hindurchströmenden Prozeßmediums aufweist. Weiterhin ist die Vorrichtung (10) als ein einziges Bauteil in Mikrostrukturtechnik ausgebildet. Dabei sind alle Einzelkomponenten in dem einen, einzigen Bauteil integriert.



## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle, wobei diese eine Anzahl von Einzelkomponenten aufweist.

[0002] Brennstoffzellen sind bereits seit langem bekannt und gewinnen beispielsweise im Bereich der Automobilindustrie zunehmend an Bedeutung. Natürlich sind auch andere Einsatzmöglichkeiten für Brennstoffzellen denkbar. Zunennen sind hier beispielsweise Brennstoffzellen für mobile Geräte wie Computer oder dergleichen bis hin zu Kraftwerksanlagen. Hier eignet sich die Brennstoffzellentechnik besonders für die dezentrale Energieversorgung von Häusern, Industrieanlagen oder dergleichen.

[0003] In einer Brennstoffzelle, beispielsweise einer PEM-Brennstoffzelle, wird durch eine chemische Reaktion Strom erzeugt. Dabei wird ein Brennstoff, wie beispielsweise Wasserstoff, und ein Oxidationsmittel, wie beispielsweise Sauerstoff aus der Luft, in elektrische Energie und ein Reaktionsprodukt, wie beispielsweise Wasser, umgewandelt. Eine Brennstoffzelle besteht im wesentlichen aus einem Anodenteil, einer Membran und einem Kathodenteil. Die Membran besteht aus einem gasdichten und protonenleitenden Material und ist zwischen der Anode und der Kathode angeordnet, um Ionen auszutauschen. Auf der Seite der Anode wird der Brennstoff zugeführt, während auf der Seite der Kathode das Oxidationsmittel zugeführt wird. An der Anode werden durch katalytische Reaktionen Protonen, beziehungsweise Wasserstoffionen, erzeugt, die sich durch die Membran zur Kathode bewegen. An der Kathode reagieren die Wasserstoffionen mit dem Sauerstoff und es bildet sich Wasser. Die bei der Reaktion abgegebenen Elektronen lassen sich als elektrischer Strom durch einen Verbraucher leiten, beispielsweise den Elektromotor eines Automobils.

[0004] Will man die Brennstoffzelle mit einem leicht verfügbaren oder zu speichernenden Brennstoff, wie Erdgas, Methanol, Benzin oder dergleichen, betreiben, muß man den Kohlenwasserstoff in einer Anordnung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs zunächst in ein wasserstoffreiches Gas umwandeln. Dabei wird dieses im wesentlichen zu Wasserstoff und Kohlendioxid zersetzt.

[0005] Weiterhin entsteht ebenfalls Kohlenmonoxid, das ein für die Brennstoffzelle schädliches Gas darstellt, da es den Katalysator auf der Anodenseite unwirksam macht und deshalb vor Eintritt des Brennstoffs in die Brennstoffzelle entfernt werden muß. In der Brennstoffzelle kann das Kohlenmonoxid ab einer bestimmten Konzentration dazu führen, daß sich die von der Brennstoffzelle abgegebene Leistung verringert und folglich der Wirkungsgrad der Brennstoffzelle stark reduziert wird.

[0006] Die Anordnung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten von Brennstoff besteht in der Regel aus einer Anzahl von einzelnen Komponenten, bei denen es sich beispielsweise um chemische Reaktoren wie Reformer, Shift-Reaktoren, Reaktoren für die selektive Oxidation, Verdampfer, Wärmetauscher und dergleichen handeln kann.

[0007] In einigen der genannten Komponenten, die wiederum aus einer Anzahl von Einzellementen bestehen können, finden exotherme Reaktionen statt, das heißt es wird Wärme frei. Diese Wärme muß abgeführt werden, was beispielsweise über einen Wärmetauscher erfolgen kann. In anderen Komponenten muß das Medium beispielsweise eine bestimmte Reaktionstemperatur aufweisen, was ebenfalls durch den Einsatz von Wärmetauschern realisiert werden kann. Ebenso existieren Komponenten, bei denen Wärme benötigt wird. Eines dieser Reaktorelemente ist beispielsweise der Verdampfer. Dem Verdampfer muß zum Betrieb

Wärme zugeführt werden. Dies geschieht beispielsweise über ein entsprechendes Heizelement.

[0008] In dem Reformer wird ein Ausgangsmaterial beispielsweise in ein wasserstoffreiches Gas reformiert. Der 5 Reformer dient beispielsweise dazu, aus einem als Ausgangsstoff dienenden Kohlenwasserstoff, beispielsweise Benzin, einen Brennstoff für die Brennstoffzelle herzustellen. Dabei kann es je nach Ausgestaltung des Reformers erforderlich sein, daß auch diesem zum Betrieb Wärme zugeführt werden muß, was über entsprechend ausgestaltete Heizelemente erfolgen kann.

[0009] Sollten die Gehalte an schädlichen Bestandteilen 15 für die Brennstoffzelle, wie zum Beispiel Kohlenmonoxid, im Brennstoff nach dem Austritt aus dem Reformer noch zu hoch sein, können diese in einem nachgeschalteten Shift-Reaktor, beispielsweise durch eine homogene Wassergasreaktion, reduziert und anschließend in einem Reaktor zur selektiven Oxidation, beispielsweise zur selektiven Oxidation von Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid, feingereinigt werden. Dadurch wird der CO-Gehalt auf für die Brennstoffzelle tolerierbare Werte reduziert.

[0010] Bisher ist es üblich, daß die Einzelkomponenten 25 der Vorrichtung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten von Brennstoff jeweils als separate Komponenten vorliegen. Die Einzelkomponenten werden erst unabhängig voneinander hergestellt und anschließend zum Gesamtsystem zusammengefügt. Dies ist zum einen bauraumintensiv, und zum anderen konstruktiv aufwendig, da die einzelnen Komponenten miteinander verbunden werden müssen, was in der 30 Regel über entsprechende Leitungssysteme geschieht.

[0011] Insbesondere für mobile Anwendungen ist jedoch 35 die Verkleinerung der etablierten Technologien aus der großtechnischen Herstellung erforderlich.

[0012] Bisher existieren beispielsweise Reaktoren, die mit 40 einem auf Schüttgut (Pellets) basierenden Katalysator gefüllt sind. Weiterhin sind Reaktoren bekannt, bei denen der Katalysator auf Monolithen aufgebracht ist (vgl. Abgas-Katalysator im KFZ). Wenn ein Prozeßmedium einen solchen Reaktor durchströmt, kommt es zu einer Reaktion zwischen dem Prozeßmedium und dem Katalysatormaterial. Solche Reaktionen sind häufig exotherm. Derartige Reaktoren haben den Nachteil, daß keine Integration von Wärmemanagement möglich ist.

[0013] Dies soll am Beispiel eines chemischen Reaktors 45 zu selektiven Oxidation von Kohlenmonoxid in Kohlendioxid verdeutlicht werden. Dabei handelt es sich um eine stark exotherme Reaktion (Umwandlung von  $\text{CO} + \text{O}_2$  in  $\text{CO}_2$ ). Heutige Reaktoren zur selektiven Oxidation bestehen aus einer Anzahl von Einzelkomponenten.

[0014] Zunächst ist ein Wärmetauscher zum Abkühlen 50 des Prozessmediums erforderlich. Weiterhin wird eine Mischeinheit benötigt, um dem Prozeßmedium Luft zudosieren zu können. Darüber hinaus ist eine Mischstrecke zur homogenen Vermischung des volumenmäßig sehr geringen 55 Anteils der Luft erforderlich. Natürlich wird auch der eigentliche chemische Reaktor benötigt, der in der Regel ohne eine eigene Kühlung ausgebildet ist. Schließlich ist wenigstens ein weiterer Wärmetauscher zur Kühlung des Prozessmediums vor der Brennstoffzelle erforderlich. Gegenüber 60 können die vorstehend beschriebenen erforderlichen Einzelkomponenten der Vorrichtung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten des Brennstoffs ein System bilden, wobei je nach Ausführungsform mehrere solcher Systeme hintereinander geschaltet sein können.

[0015] Die Einzelkomponenten der Vorrichtung liegen 65 zunächst als voneinander unabhängige Bauteile vor, die anschließend, mit den oben geschilderten Nachteilen, über entsprechende Leitungssysteme zu einem Gesamtsystem zu-

sammengefügt werden müssen.

[0016] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu grunde, eine Vorrichtung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle bereitzustellen, mit der die geschilderten Nachteile vermieden werden können. Insbesondere soll eine Vorrichtung bereitgestellt werden, die kompakt und mit wenig Platzbedarf hergestellt werden kann und die gleichzeitig besonders leistungsstark ist. Weiterhin soll eine vorteilhafte Verwendung einer solchen Vorrichtung angegeben werden.

[0017] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Vorrichtung mit den Merkmalen gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 sowie der Verwendung gemäß dem Patentanspruch 20. Weitere Vorteile, Merkmale, Details, Aspekte und Effekte der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung sowie der Zeichnung. Merkmale und Details, die im Rahmen der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben sind, gelten dabei selbstverständlich auch im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Verwendung, und jeweils umgekehrt.

[0018] Die Erfindung beruht auf dem Grundgedanken, daß eine Vorrichtung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten von Brennstoff für eine Brennstoffzelle, die eine Anzahl von Einzelkomponenten aufweist, als Schichtenfolge von Einzelschichten mit Kanalstruktur ausgebildet ist, wobei die Vorrichtung als ein einziges Bauteil in Mikrostrukturtechnik ausgebildet ist und wobei alle Einzelkomponenten in dem einen, einzigen Bauteil integriert sind.

[0019] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle bereitgestellt, die eine Anzahl von Einzelkomponenten aufweist. Die Vorrichtung ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung als Schichtenfolge von Einzelschichten ausgebildet ist, mit wenigstens einer ersten Schicht zum Hindurchleiten eines Prozeßmediums, die wenigstens bereichsweise eine Kanalstruktur mit wenigstens einem Kanal aufweist, und mit wenigstens einer zweiten Schicht, die wenigstens eine Komponente zum Behandeln des durch die wenigstens eine erste Schicht hindurchströmenden Prozeßmediums aufweist, daß die Vorrichtung als ein einziges Bauteil in Mikrostrukturtechnik ausgebildet ist und daß alle Einzelkomponenten in dem einen, einzigen Bauteil integriert sind.

[0020] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist zunächst sehr leistungsfähig. Weiterhin benötigt die Vorrichtung nur einen geringen Platzbedarf, so daß sie sehr kompakt ausgebildet werden kann. Die Vorrichtung kann daher vorteilhaft überall dort eingesetzt werden, wo nur ein geringes Platzangebot zur Verfügung steht.

[0021] Ein Grundgedanke der Erfindung besteht darin, daß die Vorrichtung als Schichtenfolge von Einzelschichten ausgebildet ist. Das hat eine Reihe von Vorteilen. So ist es auf einfache und kostengünstige Weise möglich, die einzelnen Schichten der Vorrichtung zunächst separat herzustellen und anschließend zu der endgültigen Vorrichtung, zusammenzufügen. Weiterhin kann auch die Anzahl und/oder Anordnung und/oder Abfolge der Einzelschichten variiert werden, so daß die Vorrichtung bequem an die jeweils herrschenden Anforderungen angepaßt werden kann. Durch die schichtförmige Ausgestaltung der Vorrichtung wird schließlich auch erreicht, daß ein guter Wärmeübergang zwischen den einzelnen Schichten realisiert werden kann.

[0022] Die Schichtenfolge besteht zunächst aus wenigstens einer ersten Schicht zum Hindurchleiten des Prozeßmediums. Natürlich können pro Vorrichtung auch mehr als eine erste Schicht vorgesehen sein. Die erste Schicht weist wenigstens bereichsweise eine Kanalstruktur mit wenigstens einem Kanal auf. Einige nichtausschließliche Bei-

spiele, wie eine solche erste Schicht aussehen könnte, werden im weiteren Verlauf der Beschreibung näher dargestellt.

[0023] Weiterhin besteht die Schichtenfolge aus wenigstens einer zweiten Schicht, die wenigstens eine Komponente zum Behandeln des durch die wenigstens eine erste Schicht hindurchströmenden Mediums aufweist. Auch hier können pro Vorrichtung natürlich auch mehrere zweite Schichten vorgesehen sein. Nicht ausschließliche Beispiele für mögliche zweite Schichten werden im weiteren Verlauf näher erläutert.

[0024] Als Behandeln wird im Lichte der vorliegenden Erfindung jede Art von Einwirkung auf das Prozeßmedium verstanden. Behandeln kann beispielsweise bedeuten, daß sich das Prozeßmedium, beispielsweise durch eine chemische Reaktion, etwa eine katalytische Reaktion, verändert. Behandeln kann aber auch bedeuten, daß sich der Aggregatzustand oder der äußere Zustand des Prozeßmediums verändert, ohne daß sich dessen chemische Zusammensetzung ändert. Behandeln kann somit auch bedeuten, daß das Prozeßmedium lediglich erwärmt oder gekühlt wird, daß es verdampft wird oder dergleichen. Die Erfindung ist nicht auf bestimmte Formen der Behandlung beschränkt. Diese ergeben sich vielmehr nach dem jeweiligen Einsatzgebiet der Vorrichtung. Das Behandeln des Prozeßmediums umfaßt deshalb jegliche direkte oder indirekte, äußere oder innere Einwirkung auf des Prozeßmedium.

[0025] Die ersten und zweiten Schichten werden zu einer Schichtenfolge beziehungsweise zu einem Schichtenstapel zusammengefügt. Dabei kann das Abfolgemuster der einzelnen Schichten beliebig ausgebildet sein. So kann beispielsweise vorgesehen sein, daß abwechselnd immer eine erste und eine zweite Schicht übereinander gestapelt sein. Natürlich können auch mehrere erste und/oder zweite Schichten direkt übereinander gestapelt werden, wobei dann nach mehreren ersten und/oder zweiten Schichten jeweils eine oder mehrere Schichten der jeweils anderen Sorte folgen. Damit sind auch unregelmäßige Abfolgemuster der Einzelschichten realisierbar, so daß die Ausgestaltung der Vorrichtung den jeweils herrschenden Anforderungen genauestens angepaßt werden kann.

[0026] Erfindungsgemäß ist die Vorrichtung als ein einziges Bauteil in Mikrostrukturtechnik ausgebildet. Dabei ist insbesondere vorgesehen, daß der wenigstens eine Kanal der wenigstens einen ersten Schicht als Mikrokanal ausgebildet ist. Selbstverständlich können auch die nachfolgend beschriebenen, weiteren Kanäle der Vorrichtung ebenfalls als Mikrokanäle ausgebildet sein. Durch die Ausgestaltung in Mikrostrukturtechnik wird erreicht, daß auf kleinstem Raum eine große Anzahl von Mikrokanälen realisiert werden kann, deren Breite und Höhe im Submillimeterbereich liegt. Aus diesem Grund verfügen derartige Vorrichtungen über hohe spezifische Oberflächen, das heißt über ein hohes Verhältnis von Kanaloberfläche zu Kanalvolumen. Weiterhin weisen entsprechend ausgebildete Vorrichtungen, die in diesem Fall als Mikroreaktoren bezeichnet werden – wie dies der Name bereits sagt – bei nur geringem Platzbedarf eine sehr hohe Leistungsfähigkeit auf.

[0027] Alle Einzelkomponenten der Vorrichtung sind nun in dem einen, einzigen Bauteil integriert. Das hat den Vorteil, daß die bisher erforderlichen Leitungssysteme und Anschlußsysteme zwischen den einzelnen Komponenten entfallen können. Dadurch wird der konstruktive Aufbau der Vorrichtung erheblich vereinfacht. Weiterhin ist eine enorme Platzersparnis realisierbar.

[0028] Der Vorteil der Erfindung besteht somit darin, daß die Vorrichtung als ein einziges Bauteil in Mikrostrukturtechnik ausgebildet ist. In der Vorrichtung sind die Einzelkomponenten nunmehr integriert, beispielsweise die An-

schlußtechnik (Kühlwasser von und zur Brennstoffzelle), Wärmetauscher, Mischstrecke, gekühlter chemischer Reaktor und dergleichen. Es liegt also nur noch ein einziges Bau teil vor, das nur einen geringen Platzbedarf beansprucht.

[0029] Gemäß der vorliegenden Erfindung sind nun diejenigen Einzelkomponenten der Vorrichtung, die bisher als separate, durch entsprechende Leitungssysteme verbundene, Einzelkomponenten vorlagen, innerhalb der Vorrichtung in den ersten und zweiten Schichten ausgebildet. Nachfolgend werden einige nicht ausschließliche Beispiele beschrieben, wie dies geschehen kann.

[0030] Vorteilhaft können die wenigstens eine erste Schicht und die wenigstens eine zweite Schicht zumindest bereichsweise thermisch miteinander gekoppelt sein. Das bedeutet, daß die Schichten nicht unbedingt direkt miteinander verbunden sein müssen. Thermisch gekoppelt bedeutet im Lichte der vorliegenden Erfindung lediglich, daß ein Wärmeaustausch im Bereich der thermischen Kopplung möglich sein soll. Wenn die einzelnen Schichten als Schichtenfolge von Einzelschichten übereinander gestapelt sind, kommt die thermische Kopplung vorteilhaft dadurch zu stande, daß die einzelnen Schichten direkt aufeinander gelegt werden. Über die jeweiligen Schichtoberflächen kann dann der Wärmeaustausch erfolgen. Dadurch wird es auf einfache Weise möglich, daß die in einer Schicht erzeugte Wärme problemlos auf beziehungsweise in eine andere Schicht übertragen werden kann.

[0031] Vorteilhaft kann die wenigstens eine erste Schicht wenigstens eine Reaktionspassage aufweisen, wobei in der Reaktionspassage wenigstens ein Reaktionskanal ausgebildet ist. Die Reaktionspassage kann beispielsweise als der eigentliche chemische Reaktor fungieren.

[0032] In weiterer Ausgestaltung kann die wenigstens eine erste Schicht wenigstens eine Kühl/Heiz-Passage aufweisen, wobei in der Kühl/Heiz-Passage wenigstens ein Kühl/Heiz-Kanal ausgebildet ist und wobei die Kühl/Heiz-Passage in Strömungsrichtung des Prozeßmediums gesehen vor und/oder nach der Reaktionspassage vorgesehen ist. Über die Kühl/Heiz-Passage kann das Prozeßmedium beispielsweise auf die für die Reaktion in der Reaktionspassage erforderliche Temperatur gebracht werden. Dabei handelt es sich bei der Kühl/Heiz-Passage um eine Kühl-Passage, wenn das Medium gekühlt werden soll und um eine Heiz-Passage, wenn das Medium erwärmt werden soll. Die Kühl/Heiz-Passage kann auf unterschiedliche Weise ausgebildet sein. Einige nichtausschließliche Beispiele werden weiter unten näher erläutert. Ebenso sind Ausgestaltungsvarianten denkbar, bei denen das die Reaktionspassage verlassende Prozeßmedium in einer anschließenden Kühl/Heiz-Passage auf eine für weitere Prozeßschritte erforderliche Temperatur gebracht wird.

[0033] In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform weist die erste Schicht wenigstens zwei Einzelkomponenten der Vorrichtung auf, nämlich wenigstens eine Reaktionspassage und wenigstens eine Kühl/Heiz-Passage. Pro Passage ist wenigstens ein Kanal vorgesehen. Jedoch ist die Erfindung nicht auf eine bestimmte Anzahl von Kanälen beschränkt. Im einfachsten Fall ist pro Passage jeweils ein einziger Kanal vorgesehen. Vorteilhaft können jedoch auch mehrere Kanäle vorgesehen sein, die dann vorzugsweise parallel zueinander angeordnet sind. Je mehr Kanäle vorgesehen sind, desto größere Mengen an Prozeßmedium können gleichzeitig durch die Vorrichtung hindurchgeleitet werden. Dadurch kann zum einen der Durchsatz erheblich verbessert werden. Weiterhin kann der Bauraumbedarf der Vorrichtung reduziert werden, da die einzelnen Kanäle im Vergleich zu einem einzigen Kanal wesentlich kürzer ausgebildet sein können.

[0034] Weiterhin ist die Erfindung nicht auf eine bestimmte Ausgestaltung und/oder Anordnung der Kanäle beschränkt. Vielmehr kann die Kanalstruktur jede beliebige Dimensionierung haben. Insbesondere können die einzelnen Kanäle jede beliebige Größe und Querschnittsform aufweisen.

[0035] Vorteilhaft kann der wenigstens eine Reaktionskanal und/oder der wenigstens eine Kühl/Heiz-Kanal mit einem Reaktionsmedium, vorzugsweise mit einem Katalysatormaterial, beschichtet sein. In einem solchen Fall wird der Kühl/Heiz-Kanal vorteilhaft als Heizkanal verwendet. Wenn das Prozeßmedium einen entsprechend beschichteten Kanal durchströmt, reagiert es mit dem Katalysatormaterial. Diese Reaktionen sind zumeist exotherm, so daß dabei Wärme entsteht. Diese Wärme muß anschließend abgeführt werden, was beispielsweise über die in der zweiten Schicht vorgesehenen Einzelkomponenten der Vorrichtung erfolgen kann, wie im weiteren Verlauf noch näher erläutert wird.

[0036] Vorzugsweise kann die wenigstens eine erste Schicht wenigstens eine Mischzone zum Hinzumischen wenigstens eines weiteren Mediums zum Prozeßmedium aufweisen, wobei die Mischzone in Strömungsrichtung des Prozeßmediums gesehen vor und/oder nach der Reaktionspassage vorgesehen ist. Beispielsweise kann die Mischzone mit dem Kanal-Eintritt eines Reaktionskanals verbunden sein. Das Prozeßmedium tritt dann über die Mischzone in den wenigstens einen Reaktionskanal ein. In der Mischzone kann das Prozeßmedium zunächst noch mit wenigstens einem weiteren Medium, beispielsweise mit Luft, vermischt werden, bevor es in den Reaktionskanal eintritt.

[0037] Wenn die erste Schicht neben der Reaktionspassage auch eine Kühl/Heiz-Passage aufweist, kann die Mischzone vorteilhaft in Strömungsrichtung des Prozeßmediums gesehen zwischen der Reaktionspassage und der Kühl/Heiz-Passage vorgesehen sein. So ist es denkbar, daß die Mischzone jeweils mit einem Kanal-Austritt der Kühl/Heiz-Passage sowie mit einem Kanal-Eintritt der Reaktionspassage verbunden ist. Das Prozeßmedium kann auf diese Weise in dem Kühl/Heiz-Kanal zunächst auf die gewünschte Temperatur gebracht und in der sich anschließenden Mischzone mit weiteren Medien vermischt werden. Anschließend wird dieses wohltemperierte Gemisch in den Reaktionskanal eingeleitet. Bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform befinden sich somit zumindest drei Einzelkomponenten der Vorrichtung auf beziehungsweise in der ersten Schicht.

[0038] In weiterer Ausgestaltung kann die wenigstens eine zweite Schicht wenigstens eine Kühl/Heiz-Einrichtung zum Kühlen/Heizen des die wenigstens eine erste Schicht durchströmenden Prozeßmediums aufweisen. Somit sind in der zweiten Schicht weitere Einzelkomponenten der Vorrichtung realisiert. Bei diesen Komponenten handelt es sich im vorliegenden Fall um Kühl- beziehungsweise Heiz-Komponenten, je nach dem, ob das Prozeßmedium gekühlt oder erwärmt werden soll. Die Erfindung ist nicht auf bestimmte Ausgestaltungsformen für die Kühl/Heiz-Einrichtung beschränkt. Wichtig ist lediglich, daß die Einrichtung in der Lage ist, daß Prozeßmedium auf eine jeweils erforderliche Temperatur zu bringen.

[0039] Beispielsweise ist es denkbar, daß eine dafür erforderliche Wärmeenergie elektrisch erzeugt wird. In diesem Fall kann die Bereitstellung von Wärmeenergie mittels geeigneter Heizelemente, Heizpatronen und dergleichen erfolgen. Diese Elemente können dann in der zweiten Schicht angeordnet sein. In anderer Ausgestaltung ist es denkbar, daß die Kühl/Heiz-Einrichtung eine Kanalstruktur mit wenigstens einem Kanal aufweist, und daß durch den Kanal ein entsprechendes Kühlmedium oder Heizmedium hindurch-

stömt. Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die beiden vorgenannten, exemplarischen Beispiele beschränkt.

[0040] Vorteilhaft kann die wenigstens eine Kühl/Heiz-Einrichtung der wenigstens einen zweiten Schicht thermisch mit der Reaktionspassage der wenigstens einen ersten Schicht gekoppelt sein. Dadurch kann beispielsweise ermöglicht werden, daß in der Reaktionspassage während der Reaktion entstehende Wärme über die Einrichtung abgeführt werden kann, so daß diese in diesem Fall als Kühl-Einrichtung fungiert. Ebenso kann – je nach Bedarf – über die Einrichtung, die dann als Heiz-Einrichtung fungiert, die für eine Reaktion erforderliche Wärme zugeführt werden. Da die Kühl/Heiz-Einrichtung mit der Reaktionspassage thermisch gekoppelt ist, kann der erforderliche Wärmeaustausch problemlos stattfinden. Bei der Kühl/Heiz-Einrichtung handelt es sich dann um eine weitere Einzelkomponente der Vorrichtung, beispielsweise um einen Wärmetauscher.

[0041] In weiterer Ausgestaltung kann wenigstens eine Kühl/Heiz-Einrichtung der wenigstens einen zweiten Schicht thermisch mit der Kühl/Heiz-Passage der wenigstens einen ersten Schicht gekoppelt sein. Auf diese Weise läßt sich, analog zu den vorstehenden Ausführungen, beispielsweise ein Wärmetauscher realisieren, der daß die Kühl/Heiz-Passage durchströmende Prozeßmedium auf die erforderliche Temperatur kühlt beziehungsweise erwärmt.

[0042] Vorteilhaft kann die Kühl/Heiz-Einrichtung wenigstens einen Kanal zum Hindurchleiten eines Kühl/Heiz-Mediums aufweisen. In diesem Fall ist die Kühl/Heiz-Einrichtung in ähnlicher Weise wie die Kühl/Heiz-Passage oder die Reaktionspassage aufgebaut, so daß diesbezüglich auch auf die entsprechenden Ausführungen weiter oben Bezug genommen und hiermit verwiesen wird. Besonders vorteilhaft ist der wenigstens eine Kanal als Mikrokanal ausgebildet.

[0043] Auch der wenigstens eine Kanal der Kühl/Heiz-Einrichtung kann in analoger Weise wie die Kanäle der Kühl/Heiz-Passage oder der Reaktionspassage mit einem Reaktionsmedium, vorzugsweise mit einem Katalysatormaterial, beschichtet sein.

[0044] Vorteilhaft können die Kanäle der wenigstens einen Kühl/Heiz-Einrichtung sowie der Reaktionspassage und/oder der Kühl/Heiz-Passage in Kreuzstrombauweise zueinander ausgerichtet sein. Natürlich können die Kanäle auch parallel zueinander ausgerichtet sein. In diesem Fall kann die Vorrichtung beispielsweise im Gleichstromprinzip, oder aber im Gegenstromprinzip, betrieben werden.

[0045] Vorzugsweise kann die wenigstens eine zweite Schicht wenigstens eine Mischzone zum Hinzumischen wenigstens eines weiteren Mediums zum Prozeßmedium aufweisen. Dabei sind die einzelnen ersten und zweiten Schichten vorteilhaft so übereinander geschichtet, daß die Mischzonen der ersten und zweiten Schichten jeweils direkt übereinander zu liegen kommen. Auf diese Weise bilden die Mischzonen der ersten und zweiten Schicht(en) einen Mischraum.

[0046] Der Mischraum wir über Kanäle der ersten Schicht mit dem Prozeßmedium beschickt. Über die zweite Schicht wird der Mischraum zusätzlich mit einem weiteren Medium beschickt. Dazu ist die Mischzone der wenigstens einen zweiten Schicht vorzugsweise über wenigstens einen Zufluhrkanal (natürlich können auch mehrere, insbesondere parallel ausgerichtete, Zufluhrkanäle vorgesehen sein) mit einem entsprechenden Medium-Einlaß verbunden. Im Mischraum werden die verschiedenen Medien miteinander vermischt, bevor sie als Mediengemisch aus dem Mischraum in den wenigstens einen Reaktionskanal der Reaktionspassage eintreten.

[0047] Da alle Einzelkomponenten der Vorrichtung in ei-

nem einzigen Bauteil integriert sind, ist vorteilhaft wenigstens ein zentraler Einlaß für das Prozeßmedium vorgesehen, wobei der zentrale Einlaß über einen Kanal-Eintritt mit dem wenigstens einen Kanal der wenigstens einen ersten Schicht verbunden ist. In ähnlicher Weise kann auch wenigstens ein zentraler Auslaß für das Prozeßmedium vorgesehen sein, wobei der zentrale Auslaß über einen Kanal-Austritt mit dem wenigstens einen Kanal der wenigstens einen ersten Schicht verbunden ist.

[0048] Besonders bevorzugt läßt sich die erfindungsgemäße Vorrichtung im Zusammenhang mit einem sogenannten CO-Pulser einsetzen. In Verbindung mit einem CO-Pulser kann beispielsweise die Raumgeschwindigkeit erheblich erhöht werden. Mit einem CO-Pulser ist es beispielsweise auf einfache Weise möglich, eine schädliche Einflussnahme von Kohlenmonoxid (CO) auf die Brennstoffzelle zu verhindern. Ein solcher CO-Pulser ist beispielsweise in der DE 197 10 819 C1 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insoweit in die Beschreibung der vorliegenden Erfindung mit einbezogen wird. Hier wird eine Brennstoffzelle beschrieben, bei den Leistungseinbußen auf Grund von am Anodenkatalysator absorbierten Verunreinigungen vermieden werden sollen. Dies wird dadurch erreicht, daß die Brennstoffzelle mit Mitteln verbunden ist, die der Anode der Brennstoffzelle einen positiven Spannungspuls aufprägen (CO-Pulse). Durch die Aufprägung des Spannungspulses wird eine pulsförmige Änderung des Anodenpotentials be wirkt.

[0049] Durch diese pulsförmige Änderung des Anodenpotentials wird erreicht, daß das in der Brennstoffzelle befindliche Kohlenmonoxid oxidiert wird. Die Spannungspulse können beispielsweise auf die Brennstoffzelle aufgeprägt werden, indem eine externe Gleichspannungsquelle über einen Schalter zeitweilig mit der Brennstoffzelle verbunden wird.

[0050] Eine Schaltungsanordnung für einen solchen CO-Pulser ist weiterhin in der von der Anmelderin eingereichten, älteren Patentanmeldung DE 100 20 126.1 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insoweit ebenfalls in die Beschreibung der vorliegenden Erfindung mit aufgenommen wird.

[0051] Normalerweise benötigt die Brennstoffzelle eine CO-Konzentration von weniger als 50 ppm. Durch Erhöhung der Raumgeschwindigkeit kann das Bauteil auf Kosten der Reinheit des erzeugten Wasserstoffs enorm verkleinert werden (beispielsweise Faktor 5). Der in die Brennstoffzelle zugeleitete Gasstrom enthält dann typischerweise 500 ppm CO, welches durch den Einsatz des CO-Pulsers zu einem vergleichbaren Verhalten wie bei 50 ppm CO in der Brennstoffzelle führt. Dadurch sind enorme Raumeinsparungen möglich.

[0052] Die vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Vorrichtung kann beispielsweise Bestandteil eines Brennstoffzellensystems sein, mit wenigstens einer Brennstoffzelle und mit einer der Brennstoffzelle vorgeschalteten – und wie vorstehend beschriebenen – Vorrichtung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs für die Brennstoffzelle. Optional kann die Brennstoffzelle auch noch zumindest zeitweilig mit einer wie weiter oben beschriebenen Einrichtung zum Aufprägen von Spannungspulsen (CO-Pulser) verbunden sein.

[0053] Durch ein solches Brennstoffzellensystem wird es möglich, den für den Betrieb der Brennstoffzelle erforderlichen Brennstoff besonders einfach und zuverlässig herzustellen. Vorteilhaft kann das Brennstoffzellensystem mehr als eine Brennstoffzelle aufweisen, wobei die einzelnen Brennstoffzellen zu einem Brennstoffzellen-Stack, beziehungsweise Brennstoffzellenstapel, zusammengefaßt sind.

[0054] Die Vorrichtung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten von Brennstoff besteht in der Regel aus einer Anzahl von einzelnen Komponenten, bei denen es sich um chemische Reaktoren wie Reformer, Shift-Reaktoren, Reaktoren für die selektive Oxidation oder dergleichen handeln kann. All diese genannten Reaktoren lassen sich mit der erfundungsgemäßen Vorrichtung realisieren. Natürlich sind auch Ausgestaltungsformen der Vorrichtung denkbar, in denen mehrere chemische Reaktoren auf beziehungsweise in den Schichten ausgebildet sind. Zum Betrieb der chemischen Reaktoren sind weiterhin zusätzliche Komponenten wie Verdampfer, Wärmetauscher, katalytische Brenner und dergleichen erforderlich. Auch diese Komponenten können innerhalb der einzelnen Schichten der erfundungsgemäßen Vorrichtung realisiert werden.

[0055] Besonders vorteilhaft wird eine wie vorstehend beschriebene erfundungsgemäße Vorrichtung deshalb als chemischer Reaktor verwendet.

[0056] Die vorteilhafte Einsetzbarkeit soll nachfolgend anhand eines nichtausschließlichen Beispiels verdeutlicht werden. Dabei soll die Vorrichtung als chemischer Reaktor zur selektiven Oxidation ausgebildet sein. Wenn die Vorrichtung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten von Brennstoff als Reaktor zur selektiven Oxidation ausgebildet ist, kann diese beispielsweise wie folgt aufgebaut sein: Die Katalysatoren innerhalb der Reaktionspassage können so ausgewählt werden, daß sie mit Temperaturen im Bereich 90–140°C arbeiten. Dies ermöglicht die automatische Temperierung der Vorrichtung mit dem Kühlwasserabfluß der Brennstoffzelle (80–90°C). Der Massenstrom ist ausreichend groß, um die Temperatur in der integrierten selektiven Oxidation in einem sehr engen Temperaturbereich zu fahren.

[0057] Ein solcher Reaktor zur selektiven Oxidation kann deshalb beispielsweise direkt an eine Brennstoffzelle angeflanscht werden, ohne daß eine Rohrverbindung und Regelungseinheit für die Kühlung erforderlich wäre (eine thermische Einheit). Es sind weiterhin keine Verrohrung, keine Zwischenräume, keine Regelung und dergleichen für die Kühlung notwendig.

[0058] In die Vorrichtung ist wenigstens ein Wärmetauscher integriert, der zur Abkühlung des zugeführten Prozeßmediums dient.

[0059] Ein Mikromischer in der Vorrichtung erlaubt die homogene Vermischung des Prozeßmediums mit wenigstens einem weiteren Medium, beispielsweise mit Luft, auf kleinstem Raum (beispielsweise 1–3 cm Länge).

[0060] Die Vorrichtung verfügt neben der Reaktionspassage über eine dieser vorgeschaltete Kühl/Heiz-Passage (Selektive Oxidation – Reaktor mit Wasserkühlpassage). Dadurch ist eine exakte Temperierung auf die Kühlwassertemperatur (z. B. 90–100°C) möglich.

[0061] Schließlich erlaubt das Layout der Vorrichtung auch eine mehrstufige Luftpudosierung und Reaktionspassage.

[0062] Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. Es zeigt die einzige Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer erfundungsgemäßen Vorrichtung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs, die in Form eines Reaktors zur selektiven Oxidation ausgebildet ist.

[0063] In Fig. 1 ist eine Vorrichtung 10 zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs dargestellt, die als Schichtenfolge von jeweils abwechselnd aufeinander angeordneten (gestapelten) Schichten 11, 12 mit Kanalstruktur ausgebildet ist. Die Vorrichtung 10 ist in Mikrostrukturtechnik ausgebildet und besteht aus einer Anzahl von Einzel-

komponenten, die ebenfalls in Mikrostrukturtechnik ausgebildet sind, und die allesamt in der Vorrichtung 10 integriert sind, so daß diese als ein einziges Bauteil ausgebildet ist.

[0064] In der Vorrichtung 10 zum Erzeugen und/oder Aufbereiten wird ein Brennstoff für eine nicht dargestellte Brennstoffzelle auf die erforderliche Qualität gebracht. Da die Vorrichtung 10 als chemischer Reaktor zu selektiver Oxidation ausgebildet ist, wird in dieser der Kohlenmonoxidgehalt des Brennstoffs auf ein für die Brennstoffzelle erträgliches Maß reduziert. Die Vorrichtung 10 kann direkt an der Brennstoffzelle angeflanscht sein.

[0065] Durch die Schichten 11 wird ein Prozeßmedium, beispielsweise der Brennstoff, geleitet. Die Schichten 12 dienen zum Behandeln des die Schichten 11 durchströmenden Prozeßmediums. Das Prozeßmedium tritt über den zentralen Einlaß 13 für das Prozeßmedium in einen Kanal-Eintritt 30 und wird über diesen in Kühl/Heiz-Kanäle 16 einer Kühl/Heiz-Passage 15 verteilt. Die Kühl/Heiz-Passage 15 stellt eine erste Einzelkomponente der Vorrichtung 10 dar und ist in den Schichten 11 ausgebildet. Das Prozeßmedium durchströmt die Kanäle 16 der Schichten 11, wobei die Kühl/Heiz-Passage 15 im vorliegenden Beispiel als Kühlpassage für das Prozeßmedium dient. An die Kanäle 16 schließt sich eine Mischzone 18 an, in der das Prozeßmedium mit einem weiteren Medium, beispielsweise Luft, vermischt wird. Hierbei handelt es sich um eine weitere Einzelkomponente der Vorrichtung 10, die in den Schichten 11 ausgebildet ist. Anschließend ist – in Strömungsrichtung S des Prozeßmediums gesehen – eine Reaktionspassage 40 vorgesehen, die eine Anzahl parallel ausgerichteter Reaktionskanäle 17 aufweist. Hierbei handelt es sich um die eigentliche Reaktionspassage, beispielsweise die selektive Oxidation. Nach Beendigung der Reaktion tritt das Prozeßmedium über einen Kanal-Austritt 31 und den zentralen Auslaß 14 aus der Vorrichtung 10 aus.

[0066] Zur Kühlung des Prozeßmediums in der Kühl/Heiz-Passage 15 ist in einer der Schicht 11 benachbarten Schicht 12 eine Kühl/Heiz-Vorrichtung 20 vorgesehen, die zunächst aus einer ersten Kühl/Heiz-Einrichtung 41 besteht. Die Kühl/Heiz-Einrichtung 41 wiederum weist eine Anzahl von Kanälen 23 auf. Die Kanäle 23 werden von einem Kühlmedium durchströmt, das über einen Kühl/Heizmedium-Eintritt 21 in die Kanäle 23 eintritt und über einen Kühl/Heizmedium-Austritt 22 aus den Kanälen 23 austritt. Die Kühlkanäle 23 sind zu den Kanälen 16 für das Prozeßmedium in Kreuzstrombauweise ausgerichtet, können aber ebenso auch in Parallelbauweise ausgerichtet sein.

[0067] Im Bereich der Reaktionspassage 40 in Schicht 11 ist eine weitere Kühl/Heiz-Einrichtung 41 vorgesehen, die in gleicher Weise wie die zuvor beschriebene Einrichtung aufgebaut ist. Bei den Kühl/Heiz-Einrichtungen 41 handelt es sich um weitere Einzelkomponenten der Vorrichtung 10, beispielsweise um entsprechend ausgebildete Wärmetauscher. Da die Schichten 11 und 12 thermisch gekoppelt sind, kann auf einfache Weise ein ausreichender Wärmeaustausch zwischen den Kühl/Heiz-Einrichtungen 41 einerseits und der Reaktionspassage 40 beziehungsweise der Kühl/Heiz-Passage 15 andererseits stattfinden.

[0068] Zwischen den Kanälen 16 der Kühl/Heiz-Passage 15 und den Kanälen 17 der Reaktionspassage 40 befindet sich die Mischzone 18, in der dem Prozeßmedium ein weiteres Medium, beispielsweise Luft, zugemischt wird. Um auf einfache Weise eine vollständige Durchmischung der beiden Medien zu erreichen, ist die Mischzone 18 wie folgt aufgebaut.

[0069] In der Schicht 12 ist zunächst ein in Kreuzstrombauweise zu den Kanälen 16 ausgerichteter, relativ breiter Kanal 27 vorgesehen. Das Medium, beispielsweise Prozeß-

luft, tritt über einen Medium-Einlaß 24 in den Kanal 27 ein. In der Mischzone 18 nicht verbrauchtes Medium kann über einen Medium-Auslaß 25 aus dem Kanal 27 austreten. Um das zusätzliche Medium in den Prozeßmediumstrom einmischen zu können, sind eine Anzahl von kurzen Zuführkanälen 26 vorgesehen, die in Parallelstrombauweise zu den Kanälen 16 aus Schicht 11 ausgerichtet sind, und die mit dem Kanal 27 verbunden sind. Das den Kanal 27 durchströmende Medium tritt über die Zuführkanäle 26 in die Mischzone 18 ein. Die Schichten 11 und 12 sind dabei derart übereinander angeordnet, daß die Mischzonen 18 der einzelnen Schichten 11 und 12 direkt übereinander zu liegen kommen. Auf diese Weise entsteht ein Mischraum 19. Der Mischraum 19 wird über die Kanäle 16 mit Prozeßmedium und über die Zuführkanäle mit einem weiteren Medium, beispielsweise mit Luft, beschickt.

[0070] Durch die Anzahl und Ausgestaltung der Zuführkanäle 26 wird gewährleistet, daß das zusätzliche Medium über die gesamte Breite der Mischzone 18 in den Mischraum 19 eintreten kann, was zu einer besonders guten, vollständigen Durchmischung der beiden Medien führt.

[0071] Das auf diese Weise entstandene Mediumgemisch wird anschließend in die Reaktionskanäle 17 eingeleitet, wo die eigentliche Reaktion stattfindet. Die bei der ablaufenden Reaktion in der Reaktionspassage 40 entstehende Wärme wird über die mit der Reaktionspassage 40 thermisch gekoppelte Kühl/Heiz-Einrichtung 41, die im vorliegenden Beispiel als Kühl-Einrichtung ausgebildet ist, aufgenommen und abtransportiert. Dazu wird die Wärme auf ein die Kanäle 23 durchströmendes Kühlmedium übertragen.

#### Bezugszeichenliste

10	Vorrichtung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs	35
11	erste Schicht	
12	zweite Schicht	
13	zentraler Einlaß für ein Prozeßmedium	
14	zentraler Auslaß für ein Prozeßmedium	
15	Kühl/Heiz-Passage	40
16	Kühl/Heiz-Kanal	
17	Reaktionskanal	
18	Mischzone	
19	Mischraum	
20	Kühl/Heiz-Vorrichtung	
21	Kühl/Heizmedium-Eintritt	45
22	Kühl/Heizmedium-Austritt	
23	Kanal	
24	Medium-Einlaß	
25	Medium-Auslaß	
26	Zuführkanal	50
27	Kanal	
30	Kanal-Eintritt	
31	Kanal-Austritt	
40	Reaktionspassage	55
41	Kühl/Heiz-Einrichtung	
S Strömungsrichtung des Prozeßmediums		

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erzeugen und/oder Aufbereiten eines Brennstoffs für eine Brennstoffzelle, mit einer Anzahl von Einzelkomponenten, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung (10) als Schichtenfolge von Einzelschichten (11, 12) ausgebildet ist, mit wenigstens einer ersten Schicht (11) zum Hindurchleiten eines Prozeßmediums, die wenigstens bereichsweise eine Kanalstruktur mit wenigstens einem Kanal (16,

5) aufweist, und mit wenigstens einer zweiten Schicht (12), die wenigstens eine Komponente zum Behandeln des durch die wenigstens eine erste Schicht (11) hindurchströmenden Prozeßmediums aufweist, daß die Vorrichtung (10) als ein einziges Bauteil in Mikrostrukturtechnik ausgebildet ist und daß alle Einzelkomponenten in dem einzigen Bauteil integriert sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine Kanal (16, 17) der wenigstens einen ersten Schicht (11) als Mikrokanal ausgebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine erste Schicht (11) und die wenigstens eine zweite Schicht (12) zumindest bereichsweise thermisch miteinander gekoppelt sind.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine erste Schicht (11) wenigstens eine Reaktionspassage (40) aufweist und daß in der Reaktionspassage (40) wenigstens ein Reaktionskanal (17) ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine erste Schicht (11) wenigstens eine Kühl/Heiz-Passage (15) aufweist, daß in der Kühl/Heiz-Passage (15) wenigstens ein Kühl/Heiz-Kanal (16) ausgebildet ist und daß die Kühl/Heiz-Passage (15) in Strömungsrichtung (S) des Prozeßmediums gesehen vor und/oder nach der Reaktionspassage (40) vorgesehen ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine Reaktionskanal (17) und/oder der wenigstens eine Kühl/Heiz-Kanal (16) mit einem Reaktionsmedium, vorzugsweise einem Katalysatormaterial, beschichtet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine erste Schicht (11) wenigstens eine Mischzone (18) zum Hinduzmischen wenigstens eines weiteren Mediums zum Prozeßmedium aufweist und daß die Mischzone (18) in Strömungsrichtung (S) des Prozeßmediums gesehen vor und/oder nach der Reaktionspassage (40) vorgesehen ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, soweit auf einen der Ansprüche 5 oder 6 rückbezogen, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischzone (18) in Strömungsrichtung (S) des Prozeßmediums gesehen zwischen der Reaktionspassage (40) und der Kühl/Heiz-Passage (15) vorgesehen ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine zweite Schicht (12) wenigstens eine Kühl/Heiz-Einrichtung (41) zum Kühlen/Heizen des die wenigstens eine erste Schicht (11) durchströmenden Prozeßmediums aufweist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, soweit auf einen der Ansprüche 4 bis 8 rückbezogen, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Kühl/Heiz-Einrichtung (41) der wenigstens einen zweiten Schicht (12) thermisch mit der Reaktionspassage (40) der wenigstens einen ersten Schicht (11) gekoppelt ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, soweit auf einen der Ansprüche 5 bis 8 rückbezogen, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Kühl/Heiz-Einrichtung (41) der wenigstens einen zweiten Schicht (12) thermisch mit der Kühl/Heiz-Passage (15) der wenigstens einen ersten Schicht (11) gekoppelt ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühl/Heiz-Einrich-

tung (41) wenigstens einen Kanal (23) zum Hindurchleiten eines Kühl/Heiz-Mediums aufweist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine Kanal (23) mit einem Reaktionsmedium, vorzugsweise einem Katalysatormaterial, beschichtet ist. 5

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (23, 16, 17) der wenigstens einen Kühl/Heiz-Einrichtung (41) sowie der Reaktionspassage (40) und/oder der Kühl/Heiz-Passage (15) in Kreuzstrombauweise zueinander ausgerichtet sind. 10

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine zweite Schicht (12) wenigstens eine Mischzone (18) 15 zum Hinzumischen wenigstens eines weiteren Mediums zum Prozeßmedium aufweist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, soweit auf einen der Ansprüche 7 bis 14 rückbezogen, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischzonen (18) der ersten und zweiten Schicht(en) (11, 12) einen Mischraum (19) bilden. 20

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischzone (18) der wenigstens einen zweiten Schicht (12) über wenigstens einen Zufuhrkanal (826) mit einem Medium-Einlaß (24) verbunden ist. 25

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß diese wenigstens einen zentralen Einlaß (13) für das Prozeßmedium aufweist und daß der zentrale Einlaß (13) über einen Kanal-Eintritt (30) mit dem wenigstens einen Kanal (16, 17) der wenigstens einen ersten Schicht (11) verbunden ist. 30

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß diese wenigstens einen zentralen Auslaß (14) für das Prozeßmedium aufweist und daß der zentrale Auslaß (14) über einen Kanal-Austritt (31) mit dem wenigstens einen Kanal (16, 17) der wenigstens einen ersten Schicht (11) verbunden ist. 35

20. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19 als chemischer Reaktor, insbesondere als chemischer Reaktor zur selektiven Oxidation. 40

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

**- Leerseite -**

